

VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY, HO CHI MINH CITY
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF COMPUTER SCIENCE AND ENGINEERING



COMPUTER ARCHITECTURE (PRACTICE) - CO2008

Assignment (Semester: 221, Duration: 04 weeks)

Instruction Set Architecture

Đề 1

Advisor : Trần Thanh Bình

Student(s) : Đoàn Duy Tùng - 2112609 (Group L05)
Lương Thế Tổng - 2115040 (Group L05, **Leader**)
Đồng Hoàng Sơn - 2110507 (Group L05)
Nguyễn Nhật Đăng - 2110123 (Group L05)

HO CHI MINH CITY, 20/11/2022

Mục lục

I	Giới thiệu đề tài	1
II	Giải thuật	2
1	Sơ lược hướng đi	2
2	Chi tiết giải thuật	2
2.1	Lấy các thông tin fraction, exponent và S từ thanh ghi	2
2.2	Cộng trừ hai thanh ghi fraction	3
2.3	Chuẩn hóa kết quả về dạng chuẩn IEEE 754	3
2.4	Cộng các thông số đã tính toán	3
III	Đánh giá chương trình	4
IV	Hình ảnh INPUT/OUTPUT của các test cases	5



Danh sách hình vẽ

1	IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic (IEEE 754)	1
2	Mô tả cách lấy thông tin của một số thực trong thanh ghi	2
3	Minh họa thao tác lưu kết quả	3
4	Test case 1	5
5	Test case 2	5
6	Test case 3	5
7	Test case 4	5
8	Test case 5	5
9	Test case 6	5
10	Test case 7	6
11	Test case 8	6
12	Test case 9	6
13	Test case 10	6
14	Test case 11	6
15	Test case 12	6
16	Test case 13	6
17	Test case 14	6
18	Test case 15	7
19	Test case 16	7
20	Test case 17	7
21	Test case 18	7
22	Test case 19	7
23	Test case 20	7
24	Test case 21	7
25	Test case 22	7
26	Test case 23	8
27	Test case 24	8
28	Test case 25	8
29	Test case 26	8
30	Test case 27	8
31	Test case 28	8
32	Test case 29	8
33	Test case 30	8

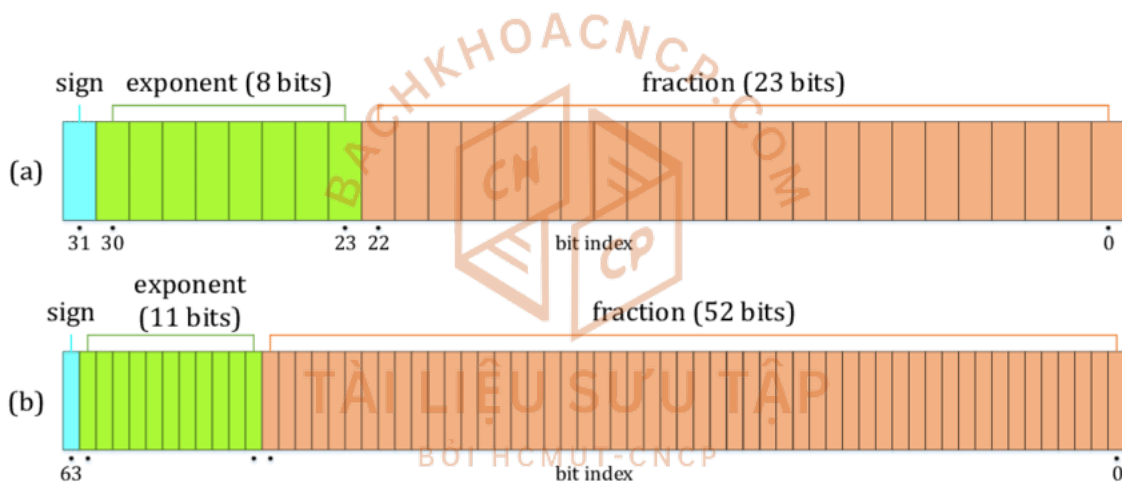
I. Giới thiệu đề tài

Đề 1: Cộng, trừ, nhân, chia hai số thực. Cho hai số thực dạng chuẩn (Standard Floating Point IEEE 754) A và B với độ chính xác đơn (32 bit). Sử dụng hợp ngữ assembly MIPS, viết thủ tục cộng (trừ) hai số A, B. Hiển thị input, output của phép tính.

Số thực dạng chuẩn IEEE 754 là gì?

Cần biết rằng, máy tính chỉ có thể lưu trữ được các tín hiệu nhị phân, do đó, để biểu diễn một số thực vào trong máy tính, chúng ta phải chuyển nó thành 1 chuỗi nhị phân. Tuy nhiên không thể biểu diễn số thực theo cách thông thường giống như số nguyên mà cần có một chuẩn riêng, phổ biến nhất là chuẩn IEEE 754.

Số thực được biểu diễn dưới dạng IEEE 754 có độ chính xác đơn (được biểu diễn bằng 32 bit (1 bit dấu – 8 bit mũ – 23 bit giá trị phần lẻ) và độ chính xác kép (được biểu diễn bằng 64 bit (1 bit dấu – 11 bit mũ – 52 bit giá trị phần lẻ)).



Hình 1: IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic (IEEE 754)

Để có thể lưu được số thực dưới dạng IEEE 754, chúng ta cần phải chuyển số chúng ta cần lưu về dạng số thực chuẩn (số thực chuẩn là số mà phần nguyên không có chứa số 0).

Thông kê số lệnh R, I, J :

Trong chương trình mô phỏng hợp ngữ assembly MIPS, đã sử dụng tổng cộng các lệnh R, I, J là:

Loại lệnh	Tổng cộng
R	52
I	23
J	3

II. Giải thuật

1. Sơ lược hướng đi

Để cộng(trừ) hai số thực dưới định dạng IEEE 754 ta cần đưa 2 số thực X Y từ thanh ghi về dạng chuẩn :

$$X = 1.xxx...x * 2^{(exponentX-127)} \quad (1)$$

$$Y = 1.xxx...x * 2^{(exponentY-127)} \quad (2)$$

Chú thích: x có thể là 0 hoặc 1 và có tổng cộng 23 x (tương ứng với 23bit fraction trong IEEE 754).

Bước tiếp theo ta cần dịch phải số có *exponent* nhỏ hơn sao cho X và Y có phần $2^{exponent-127}$ bằng nhau.

Đặt $2^{exponent-127}$ làm thừa số chung, cộng trừ kết quả và tái định dạng lại thành IEEE 754 (nếu cần).

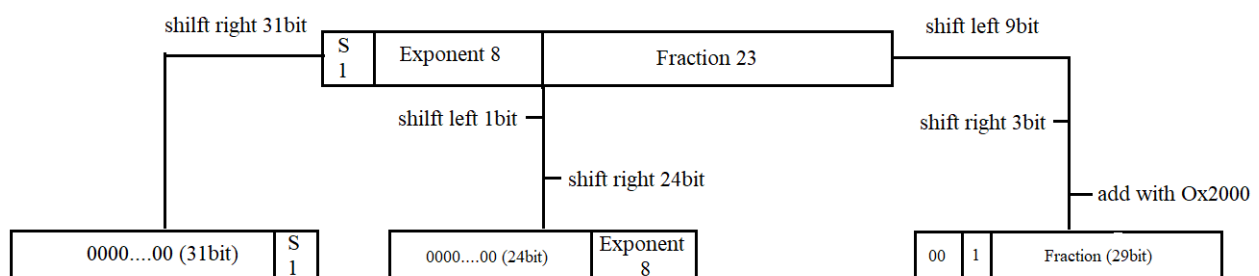
2. Chi tiết giải thuật

2.1 Lấy các thông tin fraction, exponent và S từ thanh ghi

Bước 1: Ta sử dụng các lệnh *sll* và *slr* trong MIPS để tiến hành lấy thông tin của số thực sau khi đã *lw* từ data lên thanh ghi (đặt 2 thanh ghi này là a_0 và a_1).

Bước 2: Chuyển đổi fraction về dạng chuẩn IEEE 754.

Mô tả các bước thành hình minh họa dưới đây:



Hình 2: Mô tả cách lấy thông tin của một số thực trong thanh ghi

Chú thích : 2bit 00 ở thanh ghi fraction dùng để tránh trường hợp tràn số khi thực hiện phép cộng và cũng để xét dấu kết quả sau khi tính toán (bit đầu là bit xét dấu).

2.2 Cộng trừ hai thanh ghi fraction

Sau khi đã lấy được các thông tin cơ bản của hai số thực, ta tiến hành phép cộng(trừ) như sau:

Bước 1: So sánh exponent của hai số, số có exponent nhỏ hơn thì tiến hành shift right thanh ghi fraction của số đó với số bit tương ứng với trị tuyệt đối hiệu của hai exponent và set exponent của kết quả là exponent lớn hơn.

Bước 2: Xét dấu của hai thanh ghi, vì kết quả ở thanh ghi fraction luôn là số dương nên nếu thanh ghi nào $S = 1$ thì đổi dấu fraction.

Bước 3: Tiến hành cộng hai thanh ghi trên sau khi đổi dấu.

2.3 Chuẩn hóa kết quả về dạng chuẩn IEEE 754

Bước 1: Xét dấu kết quả nếu lớn hơn hoặc bằng 0 thì set $S = 0$, và ngược lại thì xét $S = 1$.

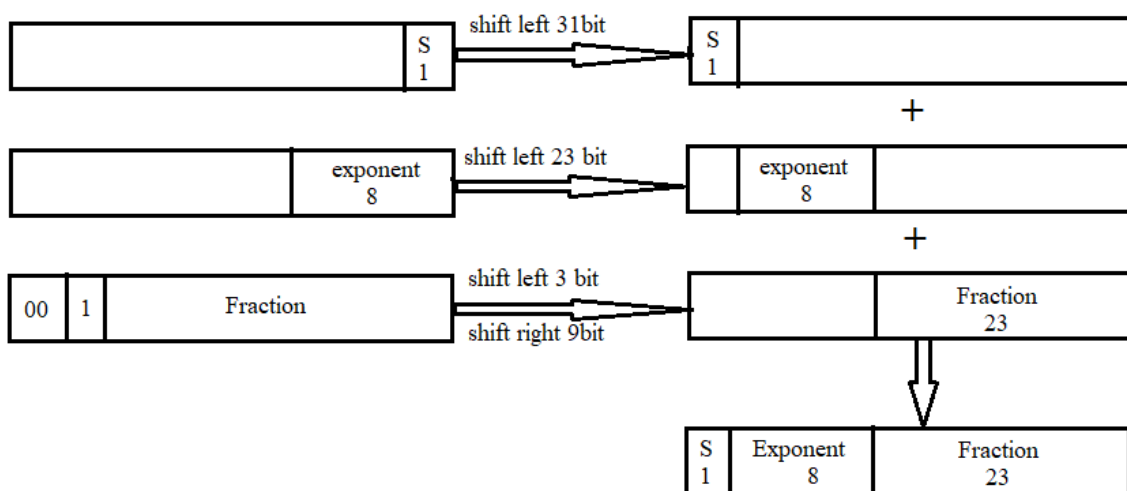
Bước 2: So sánh kết quả trên với hai số $0x40000000$ và $0x20000000$. Nếu lớn hơn hoặc bằng $0x40000000$ thì ta shift right, nếu bé hơn $0x20000000$ thì shift left. Ta tiến hành 2 quá trình trên để cho ra kết quả thỏa $[0x20000000 ; 0x40000000)$. Kết quả sẽ có dạng chuẩn $1.xxx...xx$ (30 bit)

2.4 Cộng các thông số đã tính toán

Bước 1: Đưa S lên bit đầu tiên (shift left 31bit), đưa exponent lên 8bit tiếp theo (shift left 23bit) và 23 bit của fraction tính được ở giai đoạn trước.

Bước 2: Cộng hết lại ta có thanh ghi lưu kết quả dưới dạng IEEE 754.

Xem hình minh họa dưới đây:



Hình 3: Minh họa thao tác lưu kết quả

III. Đánh giá chương trình

Ta đánh giá hiệu quả của chương trình thông qua một số test cases sau đây:

a	b	a+b	Our code	MIPS	R	I	J	IC	Time (ns)
-791.2	-845.7527	-1636.9527	-1636.9526	-1636.9526	40	28	0	68	20
966.47362	898.9	1865.37362	1865.3737	1865.3737	37	28	0	65	19.12
-136	752.9262	616.9262	616.9262	616.9262	38	28	1	67	19.71
-775.7	-738.56	-1514.26	-1514.26	-1514.26	40	28	0	68	20
116.61801	-466.24319	-349.62518	-349.62518	-349.62518	39	28	1	68	20
-321.6738	-586.691	-908.3648	-908.36475	-908.36475	40	28	1	69	20.29
602.91308	-245.30303	357.61005	357.61005	357.61005	40	30	0	70	20.59
55.415	-218.742	-163.327	-163.327	-163.327	39	28	1	68	20
-362.999	618.9	255.901	255.90103	255.90103	44	32	2	78	22.94
682.92928	294.12	977.04928	977.04926	977.04926	36	28	0	64	18.82
-970.5	776.11914	-194.38086	-194.38086	-194.38086	44	32	1	77	22.65
-61.832	928.14	866.308	866.308	866.308	38	28	1	67	19.71
-798.7965	-795.5	-1594.2965	-1594.2965	-1594.2965	40	28	0	68	20
857.2225	-203.6	653.6225	653.62244	653.62244	37	28	0	65	19.12
296.2869	-893	-596.7131	-596.7131	-596.71313	39	28	1	68	20
-365.224	-373	-738.224	-738.224	-738.224	40	28	0	68	20
-251.1815	-750.3	-1001.4815	-1001.48145	-1001.48145	40	28	1	69	20.29
-46.8129	-682.7	635.8871	635.8871	635.8871	38	28	1	67	19.71
-243.149	252.42	9.271	9.270996	9.270996	49	36	3	88	25.88
-231.879	-895.04	-1126.919	-1126.919	-1126.919	41	28	1	70	20.59
-154.0564	-592.43701	-746.49341	-746.4934	-746.4934	40	28	1	69	20.29
-55	768	713	713	713	38	28	1	67	19.71
-82.1226	762.89306	680.77046	680.77045	680.77045	38	28	1	67	19.71
680.5	-538.9438	141.5562	141.55621	141.55621	43	32	1	76	22.35
462.734	965	1427.734	1427.734	1427.734	38	28	1	67	19.71
434.7627	-640.8536	-206.0909	-206.09088	-206.09088	45	32	2	79	23.24
-596.62	-712.96	-1309.58	-1309.58	-1309.5801	40	28	0	68	20
895.41	460.299	1355.709	1355.709	1355.709	37	28	0	65	19.12
-280	-731.8893	-1011.8893	-1011.8893	-1011.8893	40	28	1	69	20.29
-312.01454	359	46.98546	46.985474	46.985474	46	34	2	82	24.12

IV. Hình ảnh INPUT/OUTPUT của các test cases

```
-791.2  
-845.7527  
-1636.9526
```

Hình 4: Test case 1

```
966.47363  
898.9  
1865.3737
```

Hình 5: Test case 2

```
-136.0  
752.9262  
616.9262
```

Hình 6: Test case 3

```
-775.7  
-738.56  
-1514.26
```

Hình 7: Test case 4

```
116.61801  
-466.2432  
-349.62518
```

Hình 8: Test case 5

```
-321.6738  
-586.691  
-908.36475
```

Hình 9: Test case 6


```
602.9131
-245.30302
357.61005
```

Hình 10: Test case 7

```
55.415
-218.742
-163.327
```

Hình 11: Test case 8

```
-362.999
618.9
255.90103
```

Hình 12: Test case 9

```
682.92926
294.12
977.04926
```

Hình 13: Test case 10

```
-970.5
776.11914
-194.38086
```

Hình 14: Test case 11

```
-61.832
928.14
866.308
```

Hình 15: Test case 12

```
857.2225
-203.6
653.62244
```

Hình 16: Test case 13

```
-798.7965
-795.5
-1594.2965
```

Hình 17: Test case 14

```

296.2869
-893.0
-596.7131

```

Hình 18: Test case 15

```

-365.224
-373.0
-738.224

```

Hình 19: Test case 16

```

-251.1815
-750.3
-1001.48145

```

Hình 20: Test case 17

```

-46.8129
682.7
635.8871

```

Hình 21: Test case 18

```

5.24
-5.24
0.0

```

Hình 22: Test case 19

```

-231.879
-895.04
-1126.919

```

Hình 23: Test case 20

```

-154.0564
-592.437
-746.4934

```

Hình 24: Test case 21

```

-55.0
768.0
713.0

```

Hình 25: Test case 22

```
-82.1226  
762.89307  
680.77045
```

Hình 26: Test case 23

```
680.5  
-538.9438  
141.55621
```

Hình 27: Test case 24

```
462.734  
965.0  
1427.734
```

Hình 28: Test case 25

```
434.7627  
-640.8536  
-206.09088
```

Hình 29: Test case 26

```
-596.62  
-712.96  
-1309.58
```

Hình 30: Test case 27

```
895.41  
460.299  
1355.709
```

Hình 31: Test case 28

```
-280.0  
-731.8893  
-1011.8893
```

Hình 32: Test case 29

```
-312.01453  
359.0  
46.985474
```

Hình 33: Test case 30